

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 28 868.2

Anmeldetag: 27. Juni 2002

Anmelder/Inhaber: Enginion AG, Berlin/DE

Bezeichnung: Dampfkraftmaschine mit geschlossenem Kreislauf

IPC: F 01 K 3/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Faust', is written over the printed name 'Faust'.

Faust

Patentanmeldung

5

enginion AG, Gustav-Meyer-Allee 25, D-13355 BerlinDampfkraftmaschine mit geschlossenem Kreislauf

10

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Arbeit mittels einer Dampfkraftmaschine, die mit einem geschlossenen Kreislauf arbeitet, der einen Speisewasserbehälter, eine Speisepumpe, einen Verdampfer zur Dampferzeugung, die Dampfkraftmaschine und einen Kondensator aufweist.

15

Es sind Vorrichtungen dieser Art bekannt, bei denen der Verdampfer von heißen Abgasen eines Brenners beheizt wird. Diesem Verdampfer wird durch die Speisepumpe Speisewasser aus einem Speisewasserbehälter zugeführt. Das Speisewasser wird dabei verdampft, wobei der Dampf auf hohe Temperaturen überhitzt wird. Dieser überhitzte Dampf wird einer Dampfkraftmaschine zugeführt. Diese Dampfkraftmaschine ist bei einer bekannten Vorrichtung dieser Art eine Rotationskolbenmaschine in Form einer Flügelzellenmaschine. Der aus der Dampfkraftmaschine austretende entspannte Dampf wird mittels eines Kondensators kondensiert. Das kondensierte Wasser wird dann wieder dem Speisewasserbehälter zugeführt. Diese Vorrichtung arbeitet somit mit einem geschlossenen Dampf-Wasser-Kreislauf. Solche Vorrichtungen haben den Vorteil, daß sie mit geeigneten Brennern sehr schadstoffarm arbeiten.

20

Anwendungsgebiete solcher Vorrichtungen zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und mechanischer Arbeit können sog. "Auxiliary Power Units" sein, die z. B. beim Stillstand des Antriebs eines Fahrzeugs (Pkw, Nutzfahrzeug, Caravans, Boot, Yacht, etc.) trotzdem noch Wärme oder Strom für Standheizungszwecke oder beliebige Stromverbraucher bereit stellen.

25

30

Bei solchen mobilen Aggregaten insbesondere mit Wasser als Arbeitsmittel tritt das Problem des Frostschutzes auf. Solche Aggregate werden u. U. bei tiefen Umgebungstemperaturen eingesetzt. Es muss dann dafür gesorgt werden, dass die
5 verschiedenen Teile des geschlossenen Kreislaufs nicht dadurch beschädigt werden können, dass das Wasser in dem geschlossenen Kreislauf gefriert, wenn das Aggregat nicht in Betrieb ist.

Bei Kraftfahrzeugen mit Verbrennungskraftmaschinen wird ein Gefrieren des
10 Kühlwassers dadurch verhindert, dass dem Kühlwasser ein Frostschutzmittel zugesetzt wird. Dieses Frostschutzmittel erniedrigt den Gefrierpunkt des Kühlwassers. Das Kühlwasser ist kein Arbeitsmedium der Kraftmaschine. Im Betrieb der Verbrennungskraftmaschine bleibt das Kühlwasser flüssig. Die Temperatur bleibt unter 100°C. Bei diesen Temperaturen bleiben die üblichen Frostschutzmittel stabil. Bei einer
15 Dampfkraftmaschine ist das Wasser das Arbeitsmedium. Das Wasser wird verdampft. Dabei treten u. U. Temperaturen bis 900°C auf. Bei solchen Temperaturen zersetzen sich übliche Frostschutzmittel. Außerdem fließt das Wasser bzw. der Dampf als Arbeitsmedium durch die aktiven Teile der Vorrichtung, den Verdampfer und die Dampfkraftmaschine. Dabei können sich Probleme mit Ablagerung und Korrosion
20 ergeben.

Es ist bekannt, frostgefährdete Leitungssysteme wie Gartenleitungen im Winter zu entleeren. Ein einfaches Ablassen des Wassers aus dem System ist aber bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art nicht praktikabel. Das System müsste bei jeder
25 Inbetriebnahme wieder mit Wasser gefüllt werden. Damit entfielen der Vorteil des geschlossenen Kreislaufs. Frisches Wasser enthält Mineralstoffe, die sich bei der Verdampfung als Kesselstein ablagern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Beschädigung einer Vorrichtung der eingangs genannten Art durch gefrierendes Wasser zu vermeiden, wenn die Vorrichtung bei niedrigen Umgebungstemperaturen außer Betrieb ist.

5 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass

- (a) der Speisewasserbehälter über dem Speisewasser einen Schutzgasraum aufweist,
- (b) der Speisewasserbehälter frostunempfindlich ausgebildet ist,
- 10 (c) eine Ventilanordnung vorgesehen ist, die bei Nichtbetrieb der Vorrichtung in einen Schaltzustand umschaltbar ist, bei welchem wenigstens in den frostempfindlichen Teilen des Kreislaufs darin enthaltenes Speisewasser von dem Schutzgas in den Speisewasserbehälter verdrängbar ist.

15

Nach der Erfindung wird somit ein im Speisewasserbehälter enthaltenes Schutzgas benutzt, um das in dem übrigen Teil des Kreislaufs enthaltene Speisewasser in den Speisewasserbehälter zu verdrängen. Das geschieht durch Umschalten einer Ventilanordnung. Der Speisewasserbehälter ist so ausgebildet, dass er auch durch darin gefrierendes Wasser nicht beschädigt, etwa zum Platzen gebracht werden kann. Die Vorteile des geschlossenen Kreislaufs bleiben dabei erhalten. Zur Wiederinbetriebnahme der Vorrichtung braucht nach Wiederaufheizen des Systems nur die Ventilanordnung in die für den normalen Betrieb geeignete Schaltstellung zurückgeschaltet zu werden.

20

25 Es könnte geschehen, dass in Teilen des Kreislaufs auch nach dem Verdrängungsvorgang Wasserreste verbleiben, die gefrieren und durch Ausdehnung Schaden verursachen können. In weiterer Ausbildung der Erfindung ist daher vorgesehen, dass das Schutzgas von einem mit Wasser ein Gashydrat bildenden Stoff, z. B. Xenon, gebildet ist.

30

Es gibt gasförmige Stoffe, die in Wasser nicht gelöst werden sondern mit dem Wasser bei niedrigen Temperaturen ein so genanntes Gashydrat bilden. Gashydrate sind keine echten Verbindungen. Vielmehr ist das Gas, wie Xenon, von den Wassermolekülen in einer

eisartigen Struktur eingeschlossen. Es hat sich gezeigt, dass solche Gashydrate im gefrorenen Zustand wesentlich geringere Drücke auf eine sie umschließende Wandung ausüben als normales Eis. Selbst relativ schwache Strukturen wie Glasrohre können die beim Gefrieren von Gashydraten auftretenden Drücke aushalten. Dadurch, dass als Schutzgas ein solcher Gashydrat bildender Stoff verwendet wird, der auch das Wasser aus dem System unter Druck verdrängt, bilden die im System verbleibenden Wasserreste Gashydrate, deren Druck beim Gefrieren nicht zu einer Beschädigung der Teile des Kreislaufs führt.

10 In der nachfolgenden Beschreibung ist auch eine Schaltfolge der im übrigen unveränderten Ventilanordnung beschrieben, bei welcher keine Verdrängung des Wassers aus dem Kreislauf in den Speisewasserbehälter erfolgt, sondern nur eine Anreicherung des Wassers mit dem ein Gashydrat bildenden Schutzgas.

15 Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2, 3 und 6.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

20 Fig.1 ist eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Arbeit mittels einer Dampfkraftmaschine, welche mit einem geschlossenen Kreislauf des Arbeitsmediums Wasser arbeitet, wobei mittels einer Ventilanordnung Maßnahmen zum Frostschutz getroffen sind.

25 Fig.2 ist eine schematische Darstellung der Vorrichtung ähnlich Fig.1, wobei die Ventilanordnung in einem ersten Schaltzustand für den normalen Betrieb der Vorrichtung ist.

Fig.3 ist eine schematische Darstellung ähnlich Fig.2, wobei die Ventilanordnung in einem zweiten Schaltzustand ist, in welchem durch die Speisepumpe Schutzgas aus dem Speisewasserbehälter in das System von Verdampfer,

30

Dampfkraftmaschine und Kondensator verdrängt wird und sich in diesem System ein Druck von Schutzgas aufbaut.

Fig.4 ist eine schematische Darstellung ähnlich Fig.2, wobei die Ventilanordnung in einem dritten Schaltzustand ist, in welchem der Speisewasserbehälter von dem übrigen System getrennt und druckentlastet wird.

Fig.5 ist eine schematische Darstellung ähnlich Fig.2, wobei die Ventilanordnung in einem vierten Schaltzustand ist, in welchem durch den aufgebauten Druck von Schutzgas Wasser aus dem System von Verdampfer, Dampfkraftmaschine und Kondensator in den druckentlasteten Speisewasserbehälter gedrückt wird.

Fig.6 zeigt eine abgewandelte Anwendung der in Fig.1 dargestellten Ventilanordnung bei welcher ein Frostschutz ausschließlich durch ein Gashydrat bildendes Schutzgas in dem System bewirkt wird

In Fig.1 ist schematisch eine Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Energie mittels einer Dampfkraftmaschine dargestellt. Die Vorrichtung enthält in einem geschlossenen Kreislauf einen Speisewasserbehälter 10, eine Speisepumpe 12, einen Verdampfer 14, eine Dampfkraftmaschine 16 und einen Kondensator 18. Der Kondensator 18 ist wieder mit dem Speisewasserbehälter verbunden. Die Speisepumpe 12 pumpt Speisewasser aus dem Speisewasserbehälter 10 in den Verdampfer 14. Der Verdampfer wird von einem Brenner 20 beheizt und verdampft das Speisewasser. Dabei wird der Dampf stark überhitzt. Der Dampf kann Temperaturen von etwa 900°C annehmen. Der hochgespannte Dampf beaufschlagt die Dampfkraftmaschine 16. Die Dampfkraftmaschine kann eine Rotationskolbenmaschine z. B. in Form einer Flügelzellenmaschine sein. In der Dampfkraftmaschine wird der Dampf entspannt und gibt mechanische Arbeit ab. Der entspannte Dampf fließt zu dem Kondensator 18 und wird dort abgekühlt und kondensiert. Das kondensierte Wasser fließt zurück in den Speisewasserbehälter 10. Der Kreislauf enthält üblicherweise noch verschiedene Wärmetauscher, die hier der

Einfachheit halber weggelassen sind. Weiterhin enthält der Kreislauf noch verschiedene Leitungsabschnitte zwischen den verschiedenen Bauteilen.

Der Speisewasserbehälter 10 ist abgeschlossen. In seinem unteren Teil 22 nimmt er den
 5 Vorrat an Speisewasser auf. Darüber ist in dem Speisewasserbehälter 10 ein Schutzgasraum 24 gebildet. Dieser Schutzgasraum 24 über der Oberfläche des Speisewassers enthält ein Schutzgas. Im vorliegenden Falle ist das Schutzgas Xenon. Xenon ist ein Edelgas. Es hat die Eigenschaft, mit dem Wasser unter Drücken von 150 kPa sog. "Gashydrat" zu bilden. Das ist keine chemische Verbindung. Vielmehr wird das
 10 Xenon als Gas zwischen den Wassermolekülen in einer bestimmten Struktur eingeschlossen. Der Speisewasserbehälter ist frostunempfindlich ausgebildet, also so, dass er durch darin gefrierendes Wasser nicht beschädigt, z. B. zum Platzen gebracht werden kann. Das kann z. B. durch geeignete Formgebung geschehen, etwa indem sich der Speisewasserbehälter wie angedeutet nach unten verjüngt, so dass sich bildendes Eis
 15 bei der Ausdehnung nach oben ausweichen kann.

Außer dem Speisewasserbehälter 10 ist ein volumenveränderbares Reservoir 26 vorgesehen. Das Reservoir 26 hat, wie in Fig.3 und 4 angedeutet, eine bewegliche Wandung 28. Das Reservoir 26 steht daher über die bewegliche Wandung 28 unter
 20 Atmosphärendruck (oder einem sonstigen vorgegebenen Druck).

Der Kreislauf weist einen ersten Leitungsabschnitt 30 zwischen dem mit Speisewasser gefüllten Teil 22 des Speisewasserbehälters 10 und der Speisepumpe 12 auf. In den Leitungsabschnitt 30 mündet eine Verbindungsleitung 32 zu dem volumenveränderlichen
 25 Reservoir 26. Der Kreislauf weist einen zweiten Leitungsabschnitt 34 zwischen der Speisepumpe 12 und dem den Verdampfer 14 enthaltenden System auf, das in Fig.2 bis 6 generell mit 36 bezeichnet ist. Der Kreislauf weist einen dritten Leitungsabschnitt 38 zwischen dem Kondensator 18 und dem Schutzgasraum 24 des Speisewasserbehälters 10 auf. Ein vierter Leitungsabschnitt 40 erstreckt sich zwischen dem Schutzgasraum 24 des
 30 Speisewasserbehälters 10 und dem zweiten Leitungsabschnitt 34.

Die Vorrichtung weist eine noch im einzelnen zu beschreibende Ventilanordnung auf. Die Ventilanordnung enthält eine Anzahl von ansteuerbaren Ventilen. Die Ventile sind von einer Steuervorrichtung in verschiedenen "Mustern" ansteuerbar. Diese Muster sind nachstehend als "Schaltstellungen" der Ventilanordnung bezeichnet.

5

Bei einer ersten Schaltstellung der Ventilanordnung ist der Kreislauf von dem Speisewasserbehälter 10 über die Speisepumpe 12, den Verdampfer 14, die Dampfkraftmaschine 16 und den Kondensator 18 zurück zum Speisewasserbehälter 10 geschlossen. Das ist die normale Betriebsstellung. Bei einer zweiten Schaltstellung der Ventilanordnung ist durch die Speisepumpe 12 dem Speisewasserbehälter 10 Wasser aus dem Reservoir 26 zuführbar zur Erzeugung eines Überdrucks von Schutzgas in dem System 36. Bei einer dritten Schaltstellung der Ventilanordnung ist der Speisewasserbehälter 10 von dem Kreislauf getrennt und zur Druckentlastung mit dem Reservoir 26 verbunden. In einer vierten Schaltstellung ist dann der unter Druck stehende Kreislauf mit dem nunmehr druckentlasteten Speisewasserbehälter 10 verbunden.

10

15

Wenn die Vorrichtung abgeschaltet wird und ggf. wenn ein Temperaturfühler Frostgefahr anzeigt, wird die Ventilanordnung durch eine Steuervorrichtung nacheinander aus der ersten Schaltstellung in die zweite Schaltstellung, aus dieser in die dritte Schaltstellung und schließlich aus der dritten Schaltstellung in die vierte Schaltstellung umgeschaltet. Dabei wird in dem System 36 zunächst ein Überdruck von Schutzgas erzeugt. Dann wird der Speisewasserbehälter 10 vom System 36 getrennt und druckentlastet. Schließlich wird der Speisewasserbehälter 10 -auf der anderen Seite des Systems 36- mit dem System 36 verbunden. Das unter Druck stehende Schutzgas drückt dann das Wasser aus dem System 36 in den nunmehr druckentlasteten Speisewasserbehälter 10. Durch eine Wiederholung der zweiten Schaltstellung und dem anschließenden Schließen sämtlicher Ventile wird in dem System 36 der für eine Gashydratbildung notwendige Überdruck aufgebaut.

20

25

30

Im einzelnen ist die Ventilanordnung wie folgt aufgebaut:

Die Ventilanordnung weist ein erstes und ein zweites ansteuerbares Ventil 42 bzw. 44 auf, die hintereinander in dem ersten Leitungsabschnitt 30 angeordnet sind. Die Verbindungsleitung 32 zu dem Reservoir 26 mündet zwischen diesen Ventilen. Die Ventilanordnung weist ein drittes und ein viertes ansteuerbares Ventil 46 bzw. 48 auf, die hintereinander in dem zweiten Leitungsabschnitt 34 angeordnet sind. Der vierte Leitungsabschnitt 40 steht zwischen diesen Ventilen 46 und 48 mit dem zweiten Leitungsabschnitt 34 in Verbindung. Die Ventilanordnung weist ein fünftes Ventil 50 auf, das in dem vierten Leitungsabschnitt 40 angeordnet ist. Die Ventilanordnung weist ein sechstes Ventil 52 auf, das in dem dritten Leitungsabschnitt 38 angeordnet ist. Schließlich weist die Ventilanordnung ein siebentes Ventil 54 auf, das in der Verbindungsleitung 32 zu dem volumenveränderlichen Reservoir 26 angeordnet ist.

In den Figuren 2 bis 5 sind die verschiedenen Schaltstellungen der Ventilanordnung dargestellt. Die Ventile sind dabei jeweils durch ein "T" an den verschiedenen Leitungsabschnitten symbolisiert. Wenn der Vertikalbalken des "T" den betreffenden Leitungsabschnitt schneidet, bedeutet das, dass das Ventil geschlossen ist. Steht der Vertikalbalken des "T" neben dem Leitungsabschnitt, bedeutet das, dass das Ventil geöffnet ist.

In der ersten Schaltstellung der Ventilanordnung gemäß Fig.2 sind das erste, zweite, dritte, vierte und sechste Ventil 42, 44, 46, 48, bzw. 52 geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen. In der zweiten Schaltstellung der Ventilanordnung gemäß Fig.3 sind das zweite, dritte, fünfte sechste und siebente Ventil 44, 46, 50, 52 bzw. 54 geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen. Es erfolgt hier ein Druckaufbau von Schutzgas im System 36 durch Wasserzufuhr aus dem Reservoir 26 in den Speisewasserbehälter 10, wobei das Wasser durch die Speisepumpe 12 unter Druck gesetzt ist. Auf der in Fig.3 linken Seite ist das System 36 durch Ventil 48 abgesperrt. Die Strömungsrichtungen sind durch Pfeile angedeutet. In der dritten Schaltstellung der Ventilanordnung gemäß Fig.4 sind das erste und das siebente Ventil 42 bzw. 54 geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen. Jetzt erfolgt der Druckausgleich vom Speisewasserbehälter 10 zum Reservoir hin, wie ebenfalls durch Pfeile angedeutet ist. Das System 36 ist dabei auf beiden Seiten durch die Ventile 48 und 52 abgeschlossen. In der vierten Schaltstellung der Ventilanordnung

gemäß Fig.5 sind das vierte und das fünfte Ventil 48 bzw. 50 geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen. Jetzt wird, wie durch die Pfeile angedeutet ist, das Wasser aus dem System 36 durch das Schutzgas in den Speisewasserbehälter 10 gedrückt.

5 Durch diese Aufeinanderfolge der Schaltstellungen der Ventilanordnung wird somit das Wasser aus dem System 36 wenigstens überwiegend in den Speisewasserbehälter 10 überführt. Dieser Speisewasserbehälter 10 ist, wie oben beschrieben, so ausgebildet, dass er durch gefrierendes Wasser nicht beschädigt werden kann. Zur Wiederinbetriebnahme der Vorrichtung braucht die Ventilanordnung lediglich wieder in die erste Schaltstellung
10 gebracht zu werden. Dann kann Wasser aus dem Speisewasserbehälter 10 durch die Speisepumpe 12 in den Kreislauf gepumpt werden.

Durch die Verwendung von Xenon (oder einem ähnlichen, Gashydrat bildenden Gas) als Schutzgas wird noch ein weiterer Effekt erzielt. Restwassermengen, die von dem
15 Schutzgas nicht in den Speisewasserbehälter 10 verdrängt werden konnten, könnten durch Gefrieren immer noch Teile des Systems 36 beschädigen. Solche Restwassermengen bilden aber beim Gefrieren mit dem Xenon ein Gashydrat. Ein solches Gashydrat übt, wie oben schon erläutert wurde, beim Gefrieren einen wesentlich geringeren Druck auf die Wandungen aus als reines Eis. Da der überwiegende Teil des
20 Wassers aus dem System 36 herausgedrückt wurde und allenfalls noch Restwassermengen im System 36 enthalten sind, sind zur Bildung der Gashydrate auch nur relativ geringe Mengen von Xenon erforderlich.

Die im Zusammenhang mit Fig.1 beschriebene Ventilanordnung kann auch so verwendet
25 werden, dass das Wasser nicht aus dem System 36 verdrängt wird, sondern durch die Verwendung von Xenon als Schutzgas und die Bildung von Gashydraten beim Einfrieren eine Beschädigung des Systems 36 verhindert wird. Das ist in Fig.6 dargestellt.

Die Ventilanordnung wird aus dem Schaltzustand von Fig.2 in den Schaltzustand von
30 Fig.3 gebracht. Dann wird, wie beschrieben, ein Druck von Schutzgas, also Xenon, in dem System 36 aufgebaut. Ausgehend hiervon wird dann die Ventilanordnung in den in Fig.6 dargestellten Schaltzustand gebracht, in welchem alle Ventile geschlossen sind.

Beim Einfrieren bildet sich dann in dem System 36 aus dem Wasser und dem Xenon ein Gashydrat. Der Druck dieses Gashydrats kann von den Wandungen des Systems aufgenommen werden.

Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Arbeit mittels einer Dampfkraftmaschine, die mit einem geschlossenen Kreislauf arbeitet, der einen Speisewasserbehälter (10), eine Speisepumpe (12), einen Verdampfer (14) zur Dampferzeugung, die Dampfkraftmaschine (16) und einen Kondensator (18) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

10

- (a) der Speisewasserbehälter (10) über dem Speisewasser einen Schutzgasraum (24) aufweist,

15

- (b) der Speisewasserbehälter (10) frostunempfindlich ausgebildet ist,

- (c) eine Ventilanordnung vorgesehen ist, über welche bei Nichtbetrieb der Vorrichtung wenigstens in den frostempfindlichen Teilen (36) des Kreislaufs darin enthaltenes Speisewasser von dem Schutzgas in den Speisewasserbehälter (10) verdrängbar ist.

20

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

25

- (a) der Speisewasserbehälter (10) über die Ventilanordnung mit einem volumenveränderlichen Reservoir (26) von Speisewasser verbindbar ist,

- (b) bei einer ersten Schaltstellung der Ventilanordnung (Fig.2) der Kreislauf von dem Speisewasserbehälter (10) über die Speisepumpe (12), den Verdampfer (14), die Dampfkraftmaschine (16) und den Kondensator (18) zurück zum Speisewasserbehälter (10) geschlossen ist,

30

(c) bei einer zweiten Schaltstellung der Ventilanordnung (Fig.3) durch die Speisepumpe (12) dem Speisewasserbehälter (10) Wasser aus dem Reservoir (26) zuführbar ist zur Erzeugung eines Überdrucks von Schutzgas in dem den Verdampfer (14), die Dampfkraftmaschine (16) und den Kondensator (18) enthaltenden frostempfindlichen System (36),

(d) bei einer dritten Schaltstellung der Ventilanordnung (Fig.4) der Speisewasserbehälter (10) von dem Kreislauf getrennt und zur Druckentlastung mit dem Reservoir (26) verbunden ist, und

(e) in einer vierten Schaltstellung der Ventilanordnung (Fig.5) das unter Druck stehende System (36) mit dem nunmehr druckentlasteten Speisewasserbehälter (10) verbunden ist,

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** in einer fünften Schaltstellung der Ventilanordnung in dem System (36) ein Überdruck gehalten werden kann.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**

(a) der Kreislauf einen ersten Leitungsabschnitt (30) zwischen dem mit Speisewasser gefüllten Teil (22) des Speisewasserbehälters (10) und der Speisepumpe (12) enthält, in welchen eine Verbindungsleitung (32) zu dem volumenveränderlichen Reservoir (26) mündet,

(b) der Kreislauf einen zweiten Leitungsabschnitt (34) zwischen der Speisepumpe (12) und dem Verdampfer (14) aufweist,

(c) der Kreislauf einen dritten Leitungsabschnitt (38) zwischen dem Kondensator (18) und einem mit einem Schutzgas gefüllten Schutzgasraum (24) oberhalb der Wasseroberfläche des Speisewasserbehälters (10) aufweist,

- (d) ein vierter Leitungsabschnitt (40) sich zwischen dem Schutzgasraum (24) des Speisewasserbehälters (10) und dem zweiten Leitungsabschnitt (34) erstreckt,
- 5 (e) die Ventilanordnung ein erstes und ein zweites ansteuerbares Ventil (42 bzw. 44) aufweist, die hintereinander in dem ersten Leitungsabschnitt (30) angeordnet sind, wobei die Verbindungsleitung (32) zu dem Reservoir (26) zwischen diesen Ventilen (42,44) mündet,
- 10 (f) die Ventilanordnung ein drittes und ein viertes ansteuerbares Ventil (46 bzw. 48) aufweist, die hintereinander in dem zweiten Leitungsabschnitt (34) angeordnet sind, wobei der vierte Leitungsabschnitt (40) zwischen diesen Ventilen (46,48) mit dem zweiten Leitungsabschnitt (34) in Verbindung steht,
- 15 (g) die Ventilanordnung ein fünftes Ventil (50) aufweist, das in dem vierten Leitungsabschnitt (40) angeordnet ist,
- (h) die Ventilanordnung ein sechstes Ventil (52) aufweist, das in dem dritten
- 20 Leitungsabschnitt (38) angeordnet ist,
- (i) die Ventilanordnung ein siebentes Ventil (54) aufweist, das in der Verbindungsleitung (32) zu dem volumenveränderlichen Reservoir (26) angeordnet ist.
- 25 (j) in der ersten Schaltstellung der Ventilanordnung das erste, zweite, dritte, vierte und sechste Ventil (42,44,46,48,52) geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen sind,
- 30 (k) in der zweiten Schaltstellung der Ventilanordnung das zweite, dritte, fünfte sechste und siebente Ventil (44,46,50,52,54) geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen sind,

(l) in der dritten Schaltstellung der Ventilanordnung das erste und das siebente Ventil (42 bzw. 54) geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen sind und

5 (m) in der vierten Schaltstellung der Ventilanordnung das vierte und das fünfte Ventil (48 bzw. 50) geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schutzgas von einem mit Wasser ein Gashydrat bildenden Stoff gebildet ist.

10

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schutzgas Xenon ist.

15

7. Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Arbeit mittels einer Dampfkraftmaschine, die mit einem geschlossenen Kreislauf arbeitet, der einen Speisewasserbehälter (10), eine Speisepumpe (12), einen Verdampfer (14) zur Dampferzeugung, die Dampfkraftmaschine (16) und einen Kondensator (18) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

20

(a) der Speisewasserbehälter (10) über dem Speisewasser einen Schutzgasraum (24) aufweist, der mit einem Schutzgas gefüllt ist, welches mit Wasser ein Gashydrat bildet,

25

(b) der Kreislauf einen ersten Leitungsabschnitt (30) zwischen dem mit Speisewasser gefüllten Teil (22) des Speisewasserbehälters (10) und der Speisepumpe (12) enthält, in welchen eine Verbindungsleitung (32) zu einem volumenveränderlichen Reservoir (26) mündet,

30

(c) der Kreislauf einen zweiten Leitungsabschnitt (34) zwischen der Speisepumpe (12) und dem Verdampfer (14) aufweist,

- (d) der Kreislauf einen dritten Leitungsabschnitt (38) zwischen dem Kondensator (18) und dem Schutzgasraum (24) des Speisewasserbehälters (10) aufweist,
- 5 (e) ein vierter Leitungsabschnitt (40) sich zwischen dem Schutzgasraum (24) des Speisewasserbehälters (10) und dem zweiten Leitungsabschnitt (34) erstreckt,
- (f) die Ventilanordnung ein erstes und ein zweites ansteuerbares Ventil (42 bzw. 44) aufweist, die hintereinander in dem ersten Leitungsabschnitt (30) angeordnet sind, wobei die Verbindungsleitung (32) zu dem Reservoir (26) zwischen diesen Ventilen (42,44) mündet,
- 10 (g) die Ventilanordnung ein drittes und ein viertes ansteuerbares Ventil (46 bzw. 48) aufweist, die hintereinander in dem zweiten Leitungsabschnitt (34) angeordnet sind, wobei der vierte Leitungsabschnitt (40) zwischen diesen Ventilen (46,48) mit dem zweiten Leitungsabschnitt (34) in Verbindung steht,
- 15 (h) die Ventilanordnung ein fünftes Ventil (50) aufweist, das in dem vierten Leitungsabschnitt (40) angeordnet ist,
- 20 (i) die Ventilanordnung ein sechstes Ventil (52) aufweist, das in dem dritten Leitungsabschnitt (38) angeordnet ist,
- 25 (j) die Ventilanordnung ein siebentes Ventil (54) aufweist, das in der Verbindungsleitung (32) zu dem volumenveränderlichen Reservoir (26) angeordnet ist,
- 30 (k) in einer ersten Schaltstellung der Ventilanordnung das erste, zweite, dritte, vierte und sechste Ventil (42,44,46,48,52) geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen sind,

(k) in einer zweiten Schaltstellung der Ventilanordnung das zweite, dritte, fünfte sechste und siebente Ventil (44,46,50,52,54) geöffnet und die übrigen Ventile geschlossen sind,

5

(l) in einer weiteren Schaltstellung der Ventilanordnung sämtliche Ventile geschlossen sind, wobei

(m) bei Außerbetriebsetzen der Vorrichtung die Ventilanordnung durch eine Steuervorrichtung aus der ersten Schaltstellung zunächst in die zweite Schaltstellung und dann in die weitere Schaltstellung umschaltbar ist.

10

Zusammenfassung

5

Dampfkraftmaschine mit geschlossenem Kreislauf

10

15

20

25

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Arbeit mittels einer Dampfkraftmaschine, die mit einem geschlossenen Kreislauf arbeitet, der einen Speisewasserbehälter, eine Speisepumpe, einen Verdampfer zur Dampferzeugung, die Dampfkraftmaschine und einen Kondensator aufweist. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Beschädigung einer Vorrichtung der eingangs genannten Art durch gefrierendes Wasser zu vermeiden, wenn die Vorrichtung bei niedrigen Umgebungstemperaturen außer Betrieb ist. Zu diesem Zweck wird ein im Speisewasserbehälter (10) enthaltenes Schutzgas benutzt, um das in dem übrigen Teil (36) des Kreislaufs enthaltene Speisewasser in den Speisewasserbehälter (10) zu verdrängen. Das geschieht durch Umschalten einer Ventilanordnung. Der Speisewasserbehälter (10) ist so ausgebildet, dass er auch durch darin gefrierendes Wasser nicht beschädigt, etwa zum Platzen gebracht werden kann. Die Vorteile des geschlossenen Kreislaufs bleiben dabei erhalten. Zur Wiederinbetriebnahme der Vorrichtung braucht nach Wiederaufheizen des Systems nur die Ventilanordnung in die für den normalen Betrieb geeignete Schaltstellung zurückgeschaltet zu werden.

(Fig.1)

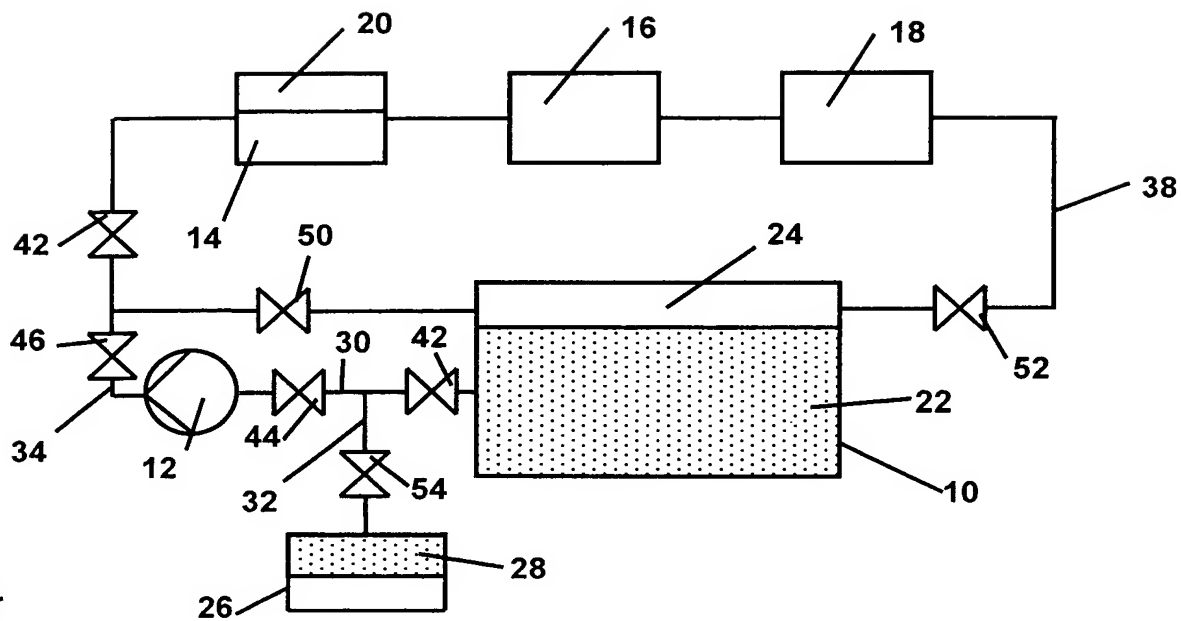


Fig. 1

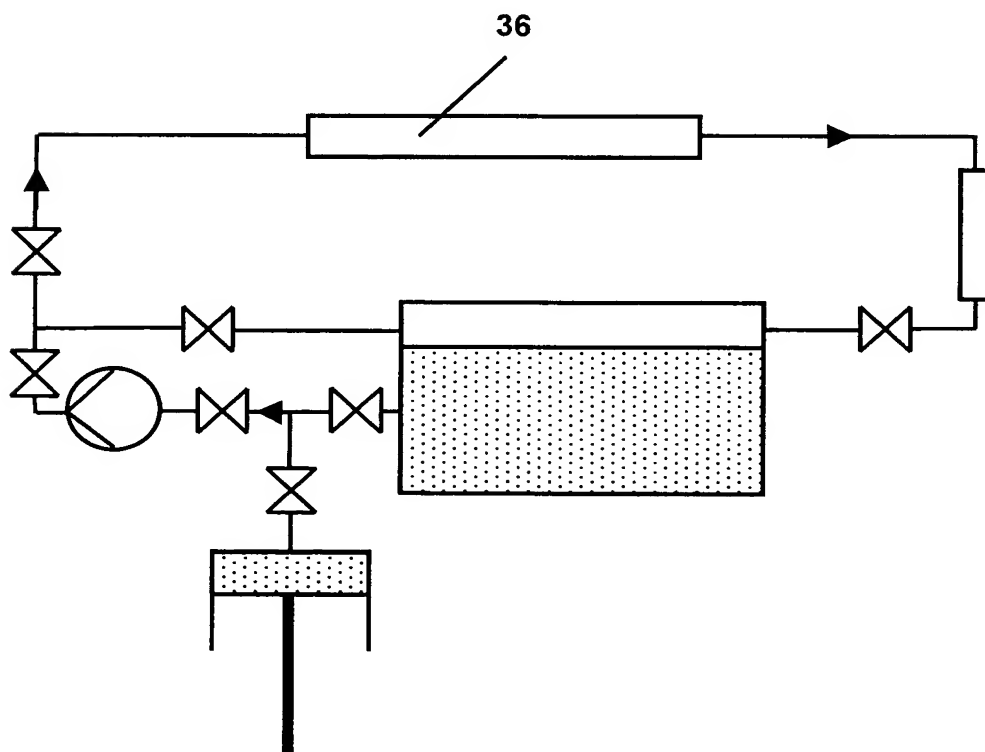


Fig. 2

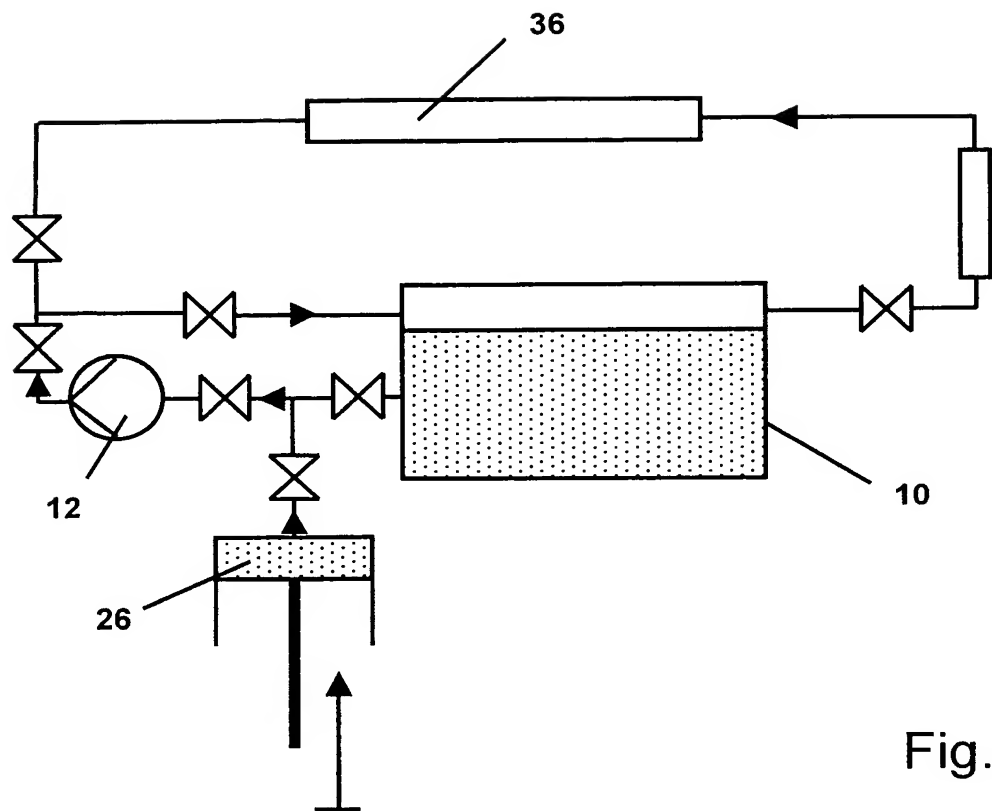


Fig. 3

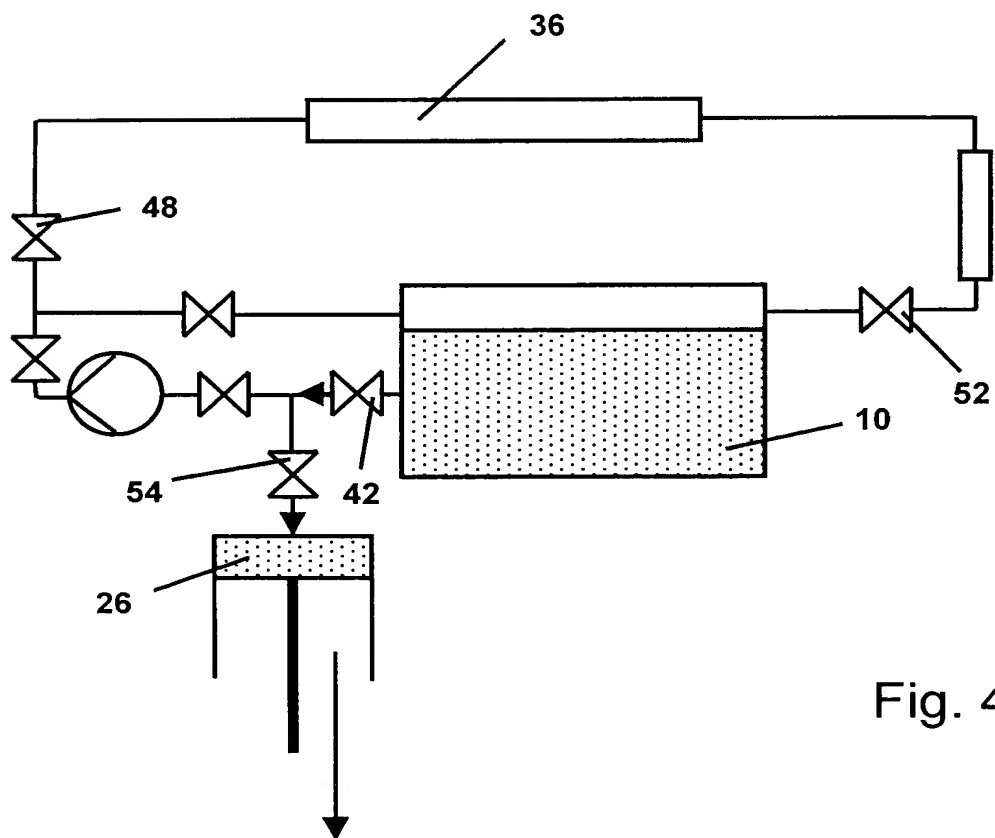


Fig. 4

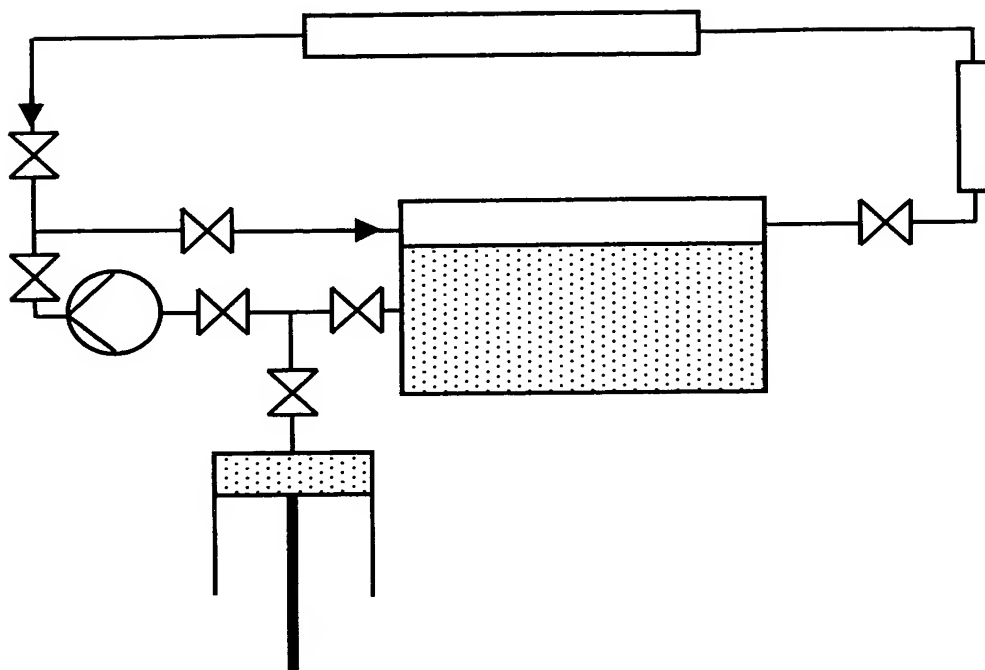


Fig. 5

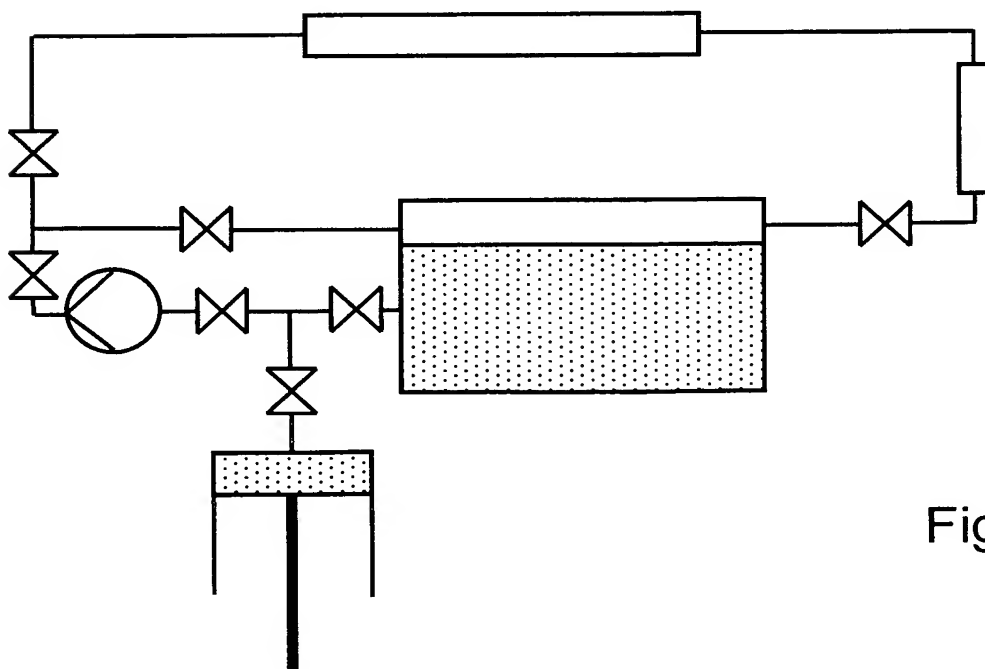


Fig. 6